

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B1)

(11) 特許番号

特許第6786027号

(P6786027)

(45) 発行日 令和2年11月18日 (2020. 11. 18)

(24) 登録日 令和2年10月29日 (2020. 10. 29)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 N 21/3581 (2014. 01)

G O 1 N 21/3581

G O 1 N 21/41 (2006. 01)

G O 1 N 21/41

Z

A 6 1 B 5/1455 (2006. 01)

A 6 1 B 5/1455

請求項の数 17 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2020-543133 (P2020-543133)

(86) (22) 出願日 令和2年3月4日 (2020. 3. 4)

(86) 国際出願番号 PCT/JP2020/009073

審査請求日 令和2年8月11日 (2020. 8. 11)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号

(74) 代理人 110001195

特許業務法人深見特許事務所

(72) 発明者 津田 祐樹

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 秋山 浩一

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 林 周作

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三

菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 生体成分測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

サンプル載置面を含む光学媒質と、

前記光学媒質よりも高い熱伝導率を有する高熱伝導膜とを備え、前記高熱伝導膜は、前記サンプル載置面上に設けられており、さらに、

前記サンプル載置面及び前記高熱伝導膜上に載置されるサンプルに向けて前記光学媒質中を進む励起光を放射する励起光源と、

前記光学媒質中を進むプローブ光を放射するプローブ光源と、

前記光学媒質から出射される前記プローブ光の位置を検出する光位置検出器とを備え、

前記サンプル載置面の平面視において、前記光学媒質中における前記プローブ光の光路は、前記サンプル載置面のうち前記励起光による照射部分に重なっており、

前記高熱伝導膜は、前記励起光が照射された前記サンプルから発生する熱を、第2方向よりも第1方向に拡げ、

前記第1方向は、前記サンプル載置面の前記平面視において前記プローブ光の進行方向であり、

前記第2方向は、前記サンプル載置面の前記平面視において前記第1方向に垂直な方向である、生体成分測定装置。

【請求項 2】

前記サンプル載置面の前記平面視において、前記高熱伝導膜は、前記第1方向において前記プローブ光に重なっている、請求項1に記載の生体成分測定装置。

10

20

【請求項 3】

前記第 2 方向における前記高熱伝導膜の長さは、前記プローブ光の幅より大きい、請求項 1 または請求項 2 に記載の生体成分測定装置。

【請求項 4】

前記サンプル載置面の前記平面視において、前記高熱伝導膜は、前記第 1 方向が長手方向でありかつ前記第 2 方向が短手方向である短冊形状を有している、請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の生体成分測定装置。

【請求項 5】

前記サンプル載置面の前記平面視において、前記高熱伝導膜は、前記第 1 方向において、前記照射部分を横切っている、請求項 4 に記載の生体成分測定装置。

10

【請求項 6】

前記照射部分に近づくにつれて、前記第 2 方向における前記高熱伝導膜の長さが減少している、請求項 5 に記載の生体成分測定装置。

【請求項 7】

前記高熱伝導膜のうち前記照射部分に重なる部分に、少なくとも一つの開口部が設けられている、請求項 5 または請求項 6 に記載の生体成分測定装置。

【請求項 8】

前記高熱伝導膜は、複数の高熱伝導膜部分を含み、

前記複数の高熱伝導膜部分は、前記照射部分から前記第 1 方向に離間している、請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の生体成分測定装置。

20

【請求項 9】

前記サンプル載置面の前記平面視で、前記高熱伝導膜は、前記第 1 方向において、前記照射部分に対して非対称に配置されている、請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の生体成分測定装置。

【請求項 10】

前記サンプル載置面の前記平面視において、前記高熱伝導膜は、前記照射部分の全体から前記第 1 方向に離間している、請求項 8 または 9 に記載の生体成分測定装置。

【請求項 11】

前記光学媒質から遠位している前記高熱伝導膜の表面に設けられている反射防止膜をさらに備える、請求項 1 から請求項 10 のいずれか一項に記載の生体成分測定装置。

30

【請求項 12】

前記反射防止膜は、セレン化亜鉛、硫化亜鉛、フッ化カルシウム、フッ化マグネシウム、臭化カリウムまたは塩化ナトリウムで形成されている、請求項 11 に記載の生体成分測定装置。

【請求項 13】

前記高熱伝導膜は、シリコンまたはゲルマニウムで形成されている、請求項 1 から請求項 12 のいずれか一項に記載の生体成分測定装置。

【請求項 14】

前記高熱伝導膜は、金属で形成されている、請求項 1 から請求項 12 のいずれか一項に記載の生体成分測定装置。

40

【請求項 15】

変位量算出部をさらに備え、

前記光位置検出器は、前記励起光が前記サンプルに照射されていない時における前記プローブ光の第 1 位置と、前記励起光が前記サンプルに照射されている時における前記プローブ光の第 2 位置とを、前記変位量算出部に出力し、

前記変位量算出部は、前記第 1 位置と前記第 2 位置との間の距離に対応する前記プローブ光の変位量を算出する、請求項 1 から請求項 14 のいずれか一項に記載の生体成分測定装置。

【請求項 16】

前記変位量から、前記サンプル中のまたは前記サンプルの表面上の生体成分を測定する

50

生体成分測定部をさらに備える、請求項 15 に記載の生体成分測定装置。

【請求項 17】

前記励起光は、 $3\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下の波長を有する赤外光である、請求項 1 から請求項 16 のいずれか一項に記載の生体成分測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、生体成分測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特表 2017-519214 号公報（特許文献 1）は、光学媒質と、赤外光源と、プローブ光源と、フォトダイオードとを備える非侵襲分析システムを開示している。具体的には、光学媒質の表面に生体サンプルが配置される。赤外光源は、赤外光を放射する。赤外光は、光学媒質を通して、生体サンプルに照射される。赤外光は生体サンプルに吸収されて、生体サンプルが発熱する。生体サンプルの吸収熱の程度は、サンプル中のまたはサンプルの表面上の生体成分の量または濃度に依存する。

【0003】

プローブ光源は、可視光であるプローブ光を光学媒質に向けて放射する。プローブ光は、光学媒質と生体サンプルとの間の界面で内部全反射されて、光学媒質から出射する。生体サンプルの吸収熱は、光学媒質に伝わって、光学媒質の屈折率を変化させる。光学媒質の屈折率の変化は、光学媒質と生体サンプルとの間の界面におけるプローブ光の内部全反射に影響を与え、光学媒質から出射されるプローブ光の進行方向を変化させる。フォトダイオードは、プローブ光の進行方向の変化を検出する。フォトダイオードで検出されたプローブ光の進行方向の変化から、生体成分の量または濃度を測定する。例えば、サンプルが患者の皮膚である場合、生体成分として患者の血糖値が測定される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特表 2017-519214 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、特許文献 1 に開示された非侵襲分析システムでは、光学媒質は硫化亜鉛（ZnS）で形成されている。硫化亜鉛（ZnS）は、 $27.2\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ という高い熱伝導率を有している。生体サンプルの吸収熱は、光学媒質に伝わって、光学媒質中を急速にかつ等方的に拡がる。多量の熱が光学媒質中のプローブ光の光路以外の領域に拡散してしまう。プローブ光の光路上にある光学媒質の部分の温度上昇量が低下する。プローブ光の光路上にある光学媒質の部分の屈折率の変化が小さくなる。そのため、生体成分を高い精度で測定することができない。本開示は、上記の課題を鑑みてなされたものであり、その目的は、向上された精度で生体成分を測定することができる生体成分測定装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の生体成分測定装置は、光学媒質と、高熱伝導膜と、励起光源と、プローブ光源と、光位置検出器とを備える。光学媒質は、サンプル載置面を含む。高熱伝導膜は、光学媒質よりも高い熱伝導率を有しており、かつ、サンプル載置面上に設けられている。励起光源は、高熱伝導膜上に載置されるサンプルに向けて光学媒質中を進む励起光を放射する。プローブ光源は、光学媒質中を進むプローブ光を放射する。光位置検出器は、光学媒質から出射されるプローブ光の位置を検出する。サンプル載置面の平面視において、光学媒質中におけるプローブ光の光路は、サンプル載置面のうち励起光による照射部分に重なっ

10

20

30

40

50

ている。高熱伝導膜は、励起光が照射されたサンプルから発生する熱を、第2方向よりも第1方向に拡げる。第1方向は、サンプル載置面の平面視においてプローブ光の進行方向である。第2方向は、サンプル載置面の平面視において第1方向に垂直な方向である。

【発明の効果】

【0007】

高熱伝導膜は、励起光が照射されたサンプルから発生する熱に起因する光学媒質の温度勾配領域を、プローブ光の光路にある光学媒質の部分に集中させる。プローブ光の光路にある光学媒質の部分の温度の変化が大きくなり、かつ、プローブ光が伝搬する光学媒質の温度勾配領域の長さが長くなる。プローブ光の光路にある光学媒質の部分の屈折率の変化が大きくなり、かつ、プローブ光が伝搬する光学媒質の屈折率勾配領域の長さが長くなる。光位置検出器によって検出されるプローブ光の変位量が大きくなる。本開示の生体成分測定装置は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

10

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施の形態1の生体成分測定装置の概略図である。

【図2】実施の形態1の生体成分測定装置の概略部分拡大平面図である。

【図3】実施の形態1の生体成分測定方法のフローチャートを示す図である。

【図4】実施の形態1の実施例1の生体成分測定装置における、光学媒質の温度勾配領域のシミュレーション結果を示す図である。

【図5】比較例の生体成分測定装置における、光学媒質の温度勾配領域の温度分布のシミュレーション結果を示す図である。

20

【図6】実施の形態1の変形例の生体成分測定装置の概略部分拡大平面図である。

【図7】実施の形態2の生体成分測定装置の概略部分拡大平面図である。

【図8】実施の形態3の生体成分測定装置の概略部分拡大平面図である。

【図9】実施の形態4の生体成分測定装置の概略図である。

【図10】実施の形態4の生体成分測定装置の概略部分拡大平面図である。

【図11】実施の形態4の実施例4の生体成分測定装置における、光学媒質の温度勾配領域の温度分布のシミュレーション結果を示す図である。

【図12】実施の形態5の生体成分測定装置の概略図である。

【図13】実施の形態5の生体成分測定装置の概略部分拡大平面図である。

30

【図14】実施の形態5の実施例5の生体成分測定装置における、光学媒質の温度勾配領域の温度分布のシミュレーション結果を示す図である。

【図15】実施の形態5の変形例の生体成分測定装置の概略部分拡大平面図である。

【図16】実施の形態6の生体成分測定装置の概略図である。

【図17】実施の形態7の生体成分測定装置の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、実施の形態を説明する。なお、同一の構成には同一の参照番号を付し、その説明は繰り返さない。

【0010】

40

実施の形態1.

図1及び図2を参照して、実施の形態1の生体成分測定装置1を説明する。生体成分測定装置1は、光学媒質10と、高熱伝導膜30と、励起光源16と、プローブ光源20と、光位置検出器25と、変位量算出部27と、生体成分測定部28とを主に備える。

【0011】

光学媒質10は、第1面11と、第1面11とは反対側の第2面12と、第1面11と第2面12とを接続する第3面13と、第1面11と第2面12とを接続しかつ第3面13とは反対側の第4面14とを含む。光学媒質10の第1面11は、励起光源16から放射される励起光17の入射面である。第2面12は、サンプル載置面である。サンプル5は、第2面12上に載置される。サンプル5は、例えば、患者の皮膚または体液などであ

50

る。被測定物質が液体である場合、サンプル 5 は、透明なサンプルホルダ（図示せず）に収容されている液体である。第 3 面 1 3 は、プローブ光源 2 0 から放射されるプローブ光 2 1 の入射面である。第 4 面 1 4 は、プローブ光 2 1 の出射面である。

【0012】

光学媒質 1 0 は、励起光 1 7 に対して透明である。本明細書において、光学媒質 1 0 が励起光 1 7 に対して透明であることは、励起光 1 7 に対する光学媒質 1 0 の光透過率が 25% 以上であることを意味する。励起光 1 7 に対する光学媒質 1 0 の光透過率は、50% 以上であってもよく、75% 以上であってもよく、90% 以上であってもよい。光学媒質 1 0 は、プローブ光 2 1 に対して透明である。本明細書において、光学媒質 1 0 がプローブ光 2 1 に対して透明であることは、プローブ光 2 1 に対する光学媒質 1 0 の光透過率が 25% 以上であることを意味する。プローブ光 2 1 に対する光学媒質 1 0 の光透過率は、50% 以上であってもよく、75% 以上であってもよく、90% 以上であってもよい。光学媒質 1 0 は、例えば、セレン化亜鉛（ZnSe、熱伝導率 $27 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ）または硫化亜鉛（ZnS、熱伝導率 $18 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ）で形成されている。光学媒質 1 0 は、カルコゲナイドガラスのような赤外線透過材料で形成されてもよい。

10

【0013】

励起光源 1 6 は、サンプル載置面（第 2 面 1 2）及び高熱伝導膜 3 0 上に載置されるサンプル 5 に向けて光学媒質 1 0 中を進む励起光 1 7 を放射する。励起光 1 7 は、励起光源 1 6 から放射されて、第 1 面 1 1 から光学媒質 1 0 に入射する。励起光 1 7 は、光学媒質 1 0 中を進む。励起光 1 7 は、第 2 面 1 2 からサンプル 5 に入射する。励起光 1 7 は、サンプル 5 中のまたはサンプル 5 の表面 6 上の生体成分に吸収される。例えば、生体成分測定装置 1 を用いて患者の血糖値を得る場合、生体成分は、表皮中の組織間質液中に存在している糖である。生体成分による励起光 1 7 の吸収によって、サンプル 5 で吸収熱が発生する。サンプル 5 の吸収熱は、光学媒質 1 0 に伝導する。光学媒質 1 0 の内部に温度勾配領域 1 9 が生じて、光学媒質 1 0 内部に屈折率勾配領域 1 8 が生じる。

20

【0014】

励起光 1 7 の波長は、サンプル 5 中のまたはサンプル 5 の表面 6 上の生体成分の吸収波長に応じて定められる。励起光 1 7 の波長は、プローブ光 2 1 の波長よりも長くてもよい。励起光 1 7 は、例えば、 $3 \mu\text{m}$ 以上 $20 \mu\text{m}$ 以下の波長を有する赤外光である。励起光 1 7 は、複数の波長を有する光であってもよい。例えば、生体成分測定装置 1 を用いて患者の血糖値を測定する場合、励起光 1 7 の波長範囲は、糖の指紋スペクトルの波長を含む波長範囲（例えば、 $8.5 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下の波長範囲）である。励起光源 1 6 は、例えば、広帯域の赤外光を放射し得る量子カスケードレーザである。サンプル 5 中のまたはサンプル 5 の表面 6 上の生体成分に吸収されない参照光が、励起光 1 7 とともにサンプル 5 に照射されてもよい。

30

【0015】

プローブ光源 2 0 は、プローブ光 2 1 を放射する。プローブ光 2 1 は、例えば、可視から近赤外の波長領域に含まれる波長を有する。プローブ光源 2 0 は、例えば、半導体レーザである。プローブ光 2 1 は、サンプル載置面（第 2 面 1 2）の平面視において、第 1 方向（x 方向）に進む。サンプル載置面（第 2 面 1 2）の平面視において、光学媒質 1 0 中におけるプローブ光 2 1 の光路は、サンプル載置面（第 2 面 1 2）のうち励起光 1 7 による照射部分 1 7 r に重なっている。

40

【0016】

具体的には、プローブ光 2 1 は、光学媒質 1 0 の第 3 面 1 3 から光学媒質 1 0 に入射する。プローブ光 2 1 は、光学媒質 1 0 の第 2 面 1 2 に沿って、光学媒質 1 0 中を進む。プローブ光 2 1 が光学媒質 1 0 中を進む間、プローブ光 2 1 は、サンプル 5 の吸収熱により光学媒質 1 0 内に生じた屈折率勾配領域 1 8 中を進む。プローブ光 2 1 は、屈折率勾配領域 1 8 で屈折されて、プローブ光 2 1 の進行方向が変わる。プローブ光 2 1（第 1 出射プローブ光 2 1 a、第 2 出射プローブ光 2 1 b）は、光学媒質 1 0 の第 4 面 1 4 から出射される。

50

【0017】

光位置検出器25は、光学媒質10から出射されるプローブ光21（第1出射プローブ光21a、第2出射プローブ光21b）の位置を検出する。具体的には、光位置検出器25は、励起光17がサンプル5に照射されていない時におけるプローブ光21（第1出射プローブ光21a）の第1位置22aを検出する。光位置検出器25は、励起光17がサンプル5に照射されている時におけるプローブ光21（第2出射プローブ光21b）の第2位置22bを検出する。励起光17をサンプル5に照射することによって、光位置検出器25で検出されるプローブ光21の位置は、第1位置22aから第2位置22bに変位する。

【0018】

10

光位置検出器25は、プローブ光21（第1出射プローブ光21a）の第1位置22aとプローブ光21（第2出射プローブ光21b）の第2位置22bとを、変位置算出部27に出力する。光位置検出器25は、例えば、フォトダイオードまたは半導体位置検出素子である。

【0019】

変位置算出部27は、光位置検出器25に接続されている。変位置算出部27は、第1位置22aと第2位置22bとの間の距離に対応するプローブ光21の変位置量 δ を算出する。生体成分測定部28は、プローブ光21の変位置量 δ から、サンプル5中のまたはサンプル5の表面6上の生体成分を測定する。変位置算出部27及び生体成分測定部28は、例えば、演算処理装置によって実現され得る。

20

【0020】

高熱伝導膜30は、サンプル載置面（第2面12）上に設けられている。サンプル5は、高熱伝導膜30上に載置される。高熱伝導膜30は、光学媒質10よりも高い熱伝導率を有している。高熱伝導膜30の熱伝導率は、例えば、光学媒質10の熱伝導率の1.5倍以上であってもよい。高熱伝導膜30の熱伝導率は、例えば、光学媒質10の熱伝導率の2.0倍以上であってもよい。高熱伝導膜30は、例えば、シリコン（Si、熱伝導率 $160\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ）またはゲルマニウム（Ge、熱伝導率 $59\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ）で形成されている。

【0021】

サンプル載置面（第2面12）の平面視において、高熱伝導膜30は、サンプル載置面（第2面12）のうち励起光17による照射部分17rに重なっている。高熱伝導膜30は、励起光17に対して透明である。本明細書において、高熱伝導膜30が励起光17に対して透明であることは、励起光17に対する高熱伝導膜30の光透過率が25%以上であることを意味する。励起光17に対する高熱伝導膜30の光透過率は、50%以上であってもよく、75%以上であってもよく、90%以上であってもよい。

30

【0022】

高熱伝導膜30は、プローブ光21に対して透明であってもよい。本明細書において、高熱伝導膜30がプローブ光21に対して透明であることは、プローブ光21に対する高熱伝導膜30の光透過率が25%以上であることを意味する。プローブ光21に対する高熱伝導膜30の光透過率は、50%以上であってもよく、75%以上であってもよく、90%以上であってもよい。

40

【0023】

高熱伝導膜30は、励起光17が照射されたサンプル5から発生する熱を、第2方向（y方向）よりも第1方向（x方向）に拡げる。第2方向（y方向）は、サンプル載置面（第2面12）の平面視において、第1方向（x方向）に垂直な方向である。サンプル載置面（第2面12）の平面視において、高熱伝導膜30は、第1方向（x方向）においてプローブ光21に重なっている。

【0024】

サンプル載置面（第2面12）の平面視において、高熱伝導膜30は、第1方向（x方向）が長手方向でありかつ第2方向（y方向）が短手方向である短冊形状を有している。

50

第1方向（x方向）における高熱伝導膜30の第1長さ L_1 は、第2方向（y方向）における高熱伝導膜30の第2長さ L_2 より大きい。第1長さ L_1 は、例えば、第2長さ L_2 の2倍以上である。第1長さ L_1 は、第2長さ L_2 の3倍以上であってもよく、第2長さ L_2 の4倍以上であってもよく、第2長さ L_2 の5倍以上であってもよく、第2長さ L_2 の6倍以上であってもよく、第2長さ L_2 の8倍以上であってもよく、第2長さ L_2 の10倍以上であってもよい。高熱伝導膜30の厚さは、 $1\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $10\mu\text{m}$ 以上であってもよい。

【0025】

サンプル載置面（第2面12）の平面視において、高熱伝導膜30は、第1方向（x方向）において、照射部分17rを横切っている。第1方向（x方向）における高熱伝導膜30の第1長さ L_1 は、照射部分17rの直径Dより大きい。第2方向（y方向）における高熱伝導膜30の第2長さ L_2 は、照射部分17rの直径Dより小さくてもよい。第2方向（y方向）における高熱伝導膜30の第2長さ L_2 は、第2方向（y方向）におけるプローブ光21の長さであるプローブ光21の幅より大きくてもよい。サンプル載置面（第2面12）の平面視では、高熱伝導膜30は、第1方向（x方向）及び第2方向（y方向）において、照射部分17rまたは励起光17の光軸に対して対称に形成されてもよい。

【0026】

図3を参照して、生体成分測定装置1を用いた本実施の形態の生体成分測定方法を説明する。

【0027】

本実施の形態の生体成分測定方法は、励起光17をサンプル5に照射しないで、光位置検出器25を用いて、プローブ光21（第1出射プローブ光21a）の第1位置22aを検出すること（S1）を備える。励起光17がサンプル5に照射されていないため、サンプル5で吸収熱は発生しない。光学媒質10の内部に温度勾配領域19が生じず、光学媒質10の内部に屈折率勾配領域18も生じない。励起光17をサンプル5に照射していない時、プローブ光21（第1出射プローブ光21a）が光学媒質10から出射する。プローブ光21（第1出射プローブ光21a）の第1位置22aは、励起光17をサンプル5に照射していない時に光位置検出器25で検出されるプローブ光21（第1出射プローブ光21a）の位置である。

【0028】

本実施の形態の生体成分測定方法は、励起光17をサンプル5に照射しながら、光位置検出器25を用いて、プローブ光21（第2出射プローブ光21b）の第2位置22bを検出すること（S2）を備える。励起光17がサンプル5に照射されているため、励起光17は、サンプル5中のまたはサンプル5の表面6上の生体成分に吸収される。生体成分による励起光17の吸収によって、サンプル5で吸収熱が発生する。高熱伝導膜30は、サンプル5の吸収熱を、第2方向（y方向）よりも第1方向（x方向）に拡げる。サンプル5の吸収熱は、高熱伝導膜30を介して、光学媒質10に伝導する。光学媒質10の内部に温度勾配領域19が生じて、光学媒質10の内部に屈折率勾配領域18が生じる。

【0029】

プローブ光21は、屈折率勾配領域18で屈折されて、プローブ光21の進行方向が変わる。励起光17をサンプル5に照射している時、プローブ光21（第2出射プローブ光21b）が光学媒質10から出射する。プローブ光21（第2出射プローブ光21b）の第2位置22bは、励起光17をサンプル5に照射している時に光位置検出器25で検出されるプローブ光21（第2出射プローブ光21b）の位置である。励起光17をサンプル5に照射することによって、光位置検出器25で検出されるプローブ光21の位置は、第1位置22aから第2位置22bに変位する。

【0030】

本実施の形態の生体成分測定方法は、プローブ光21の変位量 δ を算出すること（S3）を備える。具体的には、変位量算出部27は、第1位置22aと第2位置22bとの間

10

20

30

40

50

の距離に対応するプローブ光 2 1 の変位量 δ を算出する。

【0031】

本実施の形態の生体成分測定方法は、プローブ光 2 1 の変位量 δ から、サンプル 5 中のまたはサンプル 5 の表面 6 上の生体成分を測定すること (S 4) を備える。例えば、生体成分測定部 2 8 は、メモリ (図示せず) に接続されている。メモリは、生体成分の種類と、プローブ光 2 1 の変位量 δ と、生体成分の量または濃度とが対応づけられているデータテーブルを格納している。生体成分測定部 2 8 は、データテーブルを参照して、生体成分の種類とプローブ光 2 1 の変位量 δ とから、例えば、サンプル 5 中のまたはサンプル 5 の表面 6 上の生体成分の量または濃度を得る。

【0032】

本実施の形態の実施例 1 から実施例 3 の生体成分測定装置 1 と比較例の生体成分測定装置とを参照しながら、本実施の形態の生体成分測定装置 1 の作用を説明する。表 1 に示されるように、実施例 1 から実施例 3 は、高熱伝導膜 3 0 の形状 (第 1 長さ L_1) の点で互いに異なっている。実施例 1 から実施例 3 では、高熱伝導膜 3 0 の厚さは $10\ \mu\text{m}$ である。表 1 に示されるように、比較例は、光学媒質 1 0 のサンプル載置面 (第 2 面 1 2) 上に高熱伝導膜 3 0 が設けられていない点で、本実施の形態と異なっている。

【0033】

【表 1】

	高熱伝導膜 3 0 の 第 1 長さ L_1 (μm)	高熱伝導膜 3 0 の 第 2 長さ L_2 (μm)	プローブ光 2 1 の変位量 δ
比較例	無	無	1
実施例 1	200	20	1.21
実施例 2	120	20	1.17
実施例 3	40	20	1.01

【0034】

表 1 には、実施例 1 から実施例 3 及び比較例のプローブ光 2 1 の変位量 δ は、比較例のプローブ光 2 1 の変位量 δ で規格化された値が記載されている。実施例 1 から実施例 3 及び比較例では、励起光 1 7 の直径 D は $40\ \mu\text{m}$ であり、プローブ光 2 1 の幅は $20\ \mu\text{m}$ である。

【0035】

比較例では、高熱伝導膜 3 0 が光学媒質 1 0 のサンプル載置面 (第 2 面 1 2) 上に設けられていない。そのため、サンプル載置面 (第 2 面 1 2) の平面視において、サンプル 5 の吸収熱は、等方的に拡がる。図 5 に示されるように、比較例では、温度勾配領域 1 9 は、サンプル載置面 (第 2 面 1 2) の平面視において、等方的に拡がる。

【0036】

これに対し、実施例 1 から実施例 3 では、高熱伝導膜 3 0 は、励起光 1 7 が照射されたサンプル 5 から発生する熱を、第 2 方向 (y 方向) よりも第 1 方向 (x 方向) に拡げる。サンプル 5 から発生する熱は、高熱伝導膜 3 0 の形状に沿って、光学媒質 1 0 を伝わる。高熱伝導膜 3 0 は、励起光 1 7 が照射されたサンプル 5 から発生する熱に起因する光学媒質 1 0 の温度勾配領域 1 9 を、プローブ光 2 1 の光路にある光学媒質 1 0 の部分に集中させる。実施例 1 から実施例 3 では、比較例よりも、プローブ光 2 1 の光路にある光学媒質 1 0 の部分 (温度勾配領域 1 9) の温度の変化が大きくなり、かつ、プローブ光 2 1 が伝搬する光学媒質 1 0 の温度勾配領域 1 9 の長さが長くなる (例えば、図 4 に示される実施例 1 における温度勾配領域 1 9 を参照)。実施例 1 から実施例 3 では、比較例よりも、プローブ光 2 1 の光路にある光学媒質 1 0 の部分 (屈折率勾配領域 1 8) の屈折率の変化が大きくなり、かつ、プローブ光 2 1 が伝搬する光学媒質 1 0 の屈折率勾配領域 1 8 の長さが長くなる。そのため、実施例 1 から実施例 3 は、比較例よりも、向上された精度で生体

10

20

30

40

50

成分を測定することができる。

【0037】

図6を参照して、実施の形態1の変形例の生体成分測定装置1aを説明する。生体成分測定装置1aでは、高熱伝導膜30は、照射部分17rに近づくにつれて、第2方向(y方向)における高熱伝導膜30の第2長さ L_2 が減少している。そのため、より多くの励起光17がサンプル5に照射されて、サンプル5の吸収熱が増加する。また、高熱伝導膜30は、励起光17が照射されたサンプル5から発生する熱の第2方向(y方向)への拡がりを低減させる。高熱伝導膜30は、励起光17が照射されたサンプル5から発生する熱を、第2方向(y方向)よりも第1方向(x方向)にさらに拡げる。プローブ光21の光路にある光学媒質10の部分(温度勾配領域19)の温度の変化がさらに大きくなる。10
プローブ光21の光路にある光学媒質10の部分(屈折率勾配領域18)の屈折率の変化がさらに大きくなる。そのため、向上された精度で生体成分を測定することができる。

【0038】

本実施の形態の生体成分測定装置1, 1aの効果を説明する。

本実施の形態の生体成分測定装置1, 1aは、光学媒質10と、高熱伝導膜30と、励起光源16と、プローブ光源20と、光位置検出器25とを備える。光学媒質10は、サンプル載置面(第2面12)を含む。高熱伝導膜30は、光学媒質10よりも高い熱伝導率を有しており、かつ、サンプル載置面(第2面12)上に設けられている。励起光源16は、サンプル載置面(第2面12)及び高熱伝導膜30上に載置されるサンプル5に向けて光学媒質10中を進む励起光17を放射する。プローブ光源20は、光学媒質10中20
を進むプローブ光21を放射する。光位置検出器25は、光学媒質10から出射されるプローブ光21の位置を検出する。サンプル載置面(第2面12)の平面視において、光学媒質10中におけるプローブ光21の光路は、サンプル載置面(第2面12)のうち励起光17による照射部分17rに重なっている。高熱伝導膜30は、励起光17が照射されたサンプル5から発生する熱を、第2方向(y方向)よりも第1方向(x方向)に拡げる。第1方向(x方向)は、サンプル載置面(第2面12)の平面視においてプローブ光21の進行方向である。第2方向(y方向)は、サンプル載置面(第2面12)の平面視において第1方向(x方向)に垂直な方向である。

【0039】

生体成分測定装置1, 1aでは、高熱伝導膜30は、励起光17が照射されたサンプル5から発生する熱に起因する光学媒質10の温度勾配領域19を、プローブ光21の光路にある光学媒質10の部分に集中させる。プローブ光21の光路にある光学媒質10の部分(温度勾配領域19)の温度の変化が大きくなり、かつ、プローブ光21が伝搬する光学媒質10の温度勾配領域19の長さが長くなる。プローブ光21の光路にある光学媒質10の部分(屈折率勾配領域18)の屈折率の変化が大きくなり、かつ、プローブ光21が伝搬する光学媒質10の屈折率勾配領域18の長さが長くなる。光位置検出器25によって検出されるプローブ光21の変位量 δ が大きくなる。生体成分測定装置1, 1aは、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。30

【0040】

本実施の形態の生体成分測定装置1, 1aでは、サンプル載置面(第2面12)の平面視において、高熱伝導膜30は、第1方向(x方向)においてプローブ光21に重なっている。そのため、プローブ光21の光路にある光学媒質10の部分(温度勾配領域19)の温度の変化が大きくなり、かつ、プローブ光21が伝搬する光学媒質10の温度勾配領域19の長さが長くなる。プローブ光21の光路にある光学媒質10の部分(屈折率勾配領域18)の屈折率の変化が大きくなり、かつ、プローブ光21が伝搬する光学媒質10の屈折率勾配領域18の長さが長くなる。光位置検出器25によって検出されるプローブ光21の変位量 δ が大きくなる。生体成分測定装置1, 1aは、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。40

【0041】

本実施の形態の生体成分測定装置1, 1aでは、第2方向(y方向)における高熱伝導50

膜 30 の第 2 長さ L_2 は、第 2 方向（y 方向）におけるプローブ光 21 の長さであるプローブ光 21 の幅より大きい。そのため、プローブ光 21 の幅にわたって、プローブ光 21 の光路にある光学媒質 10 の部分（温度勾配領域 19）の温度分布がより均一になる。プローブ光 21 の幅にわたって、プローブ光 21 の光路にある光学媒質 10 の部分（屈折率勾配領域 18）の屈折率分布がより均一になる。光学媒質 10 におけるプローブ光 21 の伝搬の乱れが減少する。生体成分測定装置 1, 1a は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

【0042】

本実施の形態の生体成分測定装置 1, 1a では、サンプル載置面（第 2 面 12）の平面視において、高熱伝導膜 30 は、第 1 方向（x 方向）が長手方向でありかつ第 2 方向（y 方向）が短手方向である短冊形状を有している。そのため、高熱伝導膜 30 は、励起光 17 が照射されたサンプル 5 から発生する熱を、第 2 方向（y 方向）よりも第 1 方向（x 方向）に拡げる。プローブ光 21 の光路にある光学媒質 10 の部分（温度勾配領域 19）の温度の変化が大きくなり、かつ、プローブ光 21 が伝搬する光学媒質 10 の温度勾配領域 19 の長さが長くなる。プローブ光 21 の光路にある光学媒質 10 の部分（屈折率勾配領域 18）の屈折率の変化が大きくなり、かつ、プローブ光 21 が伝搬する光学媒質 10 の屈折率勾配領域 18 の長さが長くなる。光位置検出器 25 によって検出されるプローブ光 21 の変位量 δ が大きくなる。生体成分測定装置 1, 1a は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

【0043】

本実施の形態の生体成分測定装置 1, 1a では、サンプル載置面（第 2 面 12）の平面視において、高熱伝導膜 30 は、第 1 方向（x 方向）において、照射部分 17r を横切っている。そのため、高熱伝導膜 30 は、熱の発生源であるサンプル 5 の近くに配置され得る。プローブ光 21 の光路にある光学媒質 10 の部分（温度勾配領域 19）の温度の変化が大きくなり、かつ、プローブ光 21 が伝搬する光学媒質 10 の温度勾配領域 19 の長さが長くなる。プローブ光 21 の光路にある光学媒質 10 の部分（屈折率勾配領域 18）の屈折率の変化が大きくなり、かつ、プローブ光 21 が伝搬する光学媒質 10 の屈折率勾配領域 18 の長さが長くなる。光位置検出器 25 によって検出されるプローブ光 21 の変位量 δ が大きくなる。生体成分測定装置 1, 1a は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

【0044】

本実施の形態の生体成分測定装置 1a では、高熱伝導膜 30 は、照射部分 17r に近くにつれて、第 2 方向（y 方向）における高熱伝導膜 30 の第 2 長さ L_2 が減少している。そのため、より多くの励起光 17 がサンプル 5 に照射されて、サンプル 5 の吸収熱が増加する。プローブ光 21 の光路にある光学媒質 10 の部分（温度勾配領域 19）の温度の変化がさらに大きくなる。プローブ光 21 の光路にある光学媒質 10 の部分（屈折率勾配領域 18）の屈折率の変化がさらに大きくなる。光位置検出器 25 によって検出されるプローブ光 21 の変位量 δ が大きくなる。生体成分測定装置 1a は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

【0045】

本実施の形態の生体成分測定装置 1, 1a では、高熱伝導膜 30 は、シリコンまたはゲルマニウムで形成されている。そのため、高熱伝導膜 30 は、高熱伝導膜 30 は、励起光 17 に対して透明である。より多くの励起光 17 がサンプル 5 に照射されて、サンプル 5 の吸収熱が増加する。プローブ光 21 の光路にある光学媒質 10 の部分（温度勾配領域 19）の温度の変化がさらに大きくなる。プローブ光 21 の光路にある光学媒質 10 の部分（屈折率勾配領域 18）の屈折率の変化がさらに大きくなる。光位置検出器 25 によって検出されるプローブ光 21 の変位量 δ が大きくなる。生体成分測定装置 1, 1a は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

【0046】

実施の形態 2.

図7を参照して、実施の形態2に係る生体成分測定装置1bを説明する。本実施の形態の生体成分測定装置1bは、実施の形態1の生体成分測定装置1と同様の構成を備えるが、主に以下の点で異なる。

【0047】

生体成分測定装置1bでは、高熱伝導膜30のうち照射部分17rに重なる部分に、少なくとも一つの開口部33が設けられている。高熱伝導膜30のうち照射部分17rに重なる部分に、複数の開口部33が設けられてもよい。開口部33（または複数の開口部33の各々）の直径は、励起光17の直径より小さく、照射部分17rの直径Dより小さい。サンプル載置面（第2面12）の平面視において、開口部33の総面積は、高熱伝導膜30のうち照射部分17rに重なる部分の面積の50%以上であってもよく、高熱伝導膜30のうち照射部分17rに重なる部分の面積の80%以上であってもよい。

10

【0048】

照射部分17rの一部に高熱伝導膜30が存在しないため、より多くの励起光17がサンプル5に照射され得る。そのため、本実施の形態の高熱伝導膜30の材料として、実施の形態1の高熱伝導膜30の材料と比べて、励起光17に対してより低い透過率を有するがより高い熱伝導率を有する材料が用いられ得る。本実施の形態の高熱伝導膜30の材料は、例えば、金（Au、熱伝導率 $295 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ）または銅（Cu、熱伝導率 $386 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ）のような金属である。

【0049】

本実施の形態の生体成分測定装置1bは、実施の形態1の生体成分測定装置1の効果に加えて、以下の効果を奏する。

20

【0050】

本実施の形態の生体成分測定装置1bでは、高熱伝導膜30のうち照射部分17rに重なる部分に、少なくとも一つの開口部33が設けられている。

【0051】

そのため、より多くの励起光17がサンプル5に照射されて、サンプル5の吸収熱が増加する。さらに、高熱伝導膜30の材料として、励起光17に対してより低い透過率を有するがより高い熱伝導率を有する材料が用いられ得る。プローブ光21の光路にある光学媒質10の部分（温度勾配領域19）の温度の変化がさらに大きくなる。プローブ光21の光路にある光学媒質10の部分（屈折率勾配領域18）の屈折率の変化がさらに大きくなる。光位置検出器25によって検出されるプローブ光21の変位量 δ が大きくなる。生体成分測定装置1cは、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

30

【0052】

実施の形態3.

図8を参照して、実施の形態2に係る生体成分測定装置1cを説明する。本実施の形態の生体成分測定装置1cは、実施の形態1の生体成分測定装置1と同様の構成を備えるが、主に以下の点で異なる。

【0053】

生体成分測定装置1cでは、高熱伝導膜30は、複数の高熱伝導膜部分31を含む。複数の高熱伝導膜部分31は、互いに間隔を空けて、第2方向（y方向）に配列されている。サンプル載置面（第2面12）の平面視では、複数の高熱伝導膜部分31は、第1方向（x方向）及び第2方向（y方向）において、照射部分17rまたは励起光17の光軸に対して対称に形成されてもよい。

40

【0054】

複数の高熱伝導膜部分31は、各々、第1方向（x方向）が長手方向でありかつ第2方向（y方向）が短手方向である短冊形状を有している。第1方向（x方向）における複数の高熱伝導膜部分31の各々の第3長さ L_3 （高熱伝導膜30の第1長さ L_1 ）は、第2方向（y方向）における複数の高熱伝導膜部分31の各々の第4長さ L_4 より大きい。第3長さ L_3 は、例えば、第4長さ L_4 の2倍以上である。第3長さ L_3 は、第4長さ L_4 の3倍以上であってもよく、第4長さ L_4 の4倍以上であってもよく、第4長さ L_4 の5倍以上で

50

あってもよく、第4長さ L_4 の6倍以上であってもよく、第4長さ L_4 の8倍以上であってもよく、第4長さ L_4 の10倍以上であってもよい。

【0055】

サンプル載置面（第2面12）の平面視において、複数の高熱伝導膜部分31は、各々、サンプル載置面（第2面12）のうち励起光17による照射部分17rに重なっている。複数の高熱伝導膜部分31は、各々、励起光17が照射されたサンプル5から発生する熱を、第2方向（y方向）よりも第1方向（x方向）に拡げる。サンプル載置面（第2面12）の平面視において、複数の高熱伝導膜部分31は、各々、プローブ光21に重なっていてもよいし、プローブ光21から離れてもよい。

【0056】

サンプル載置面（第2面12）の平面視において、複数の高熱伝導膜部分31の各々は、第1方向（x方向）において、照射部分17rを横切っている。第1方向（x方向）における複数の高熱伝導膜部分31の各々の第3長さ L_3 は、照射部分17rの直径Dより大きい。第2方向（y方向）における複数の高熱伝導膜部分31の各々の第4長さ L_4 は、照射部分17rの直径Dより小さい。互いに隣り合う一対の高熱伝導膜部分31の間隔は、照射部分17rの直径Dより小さい。

【0057】

本実施の形態の生体成分測定装置1cは、実施の形態1の生体成分測定装置1の効果に加えて、以下の効果を奏する。

【0058】

本実施の形態の生体成分測定装置1cでは、高熱伝導膜30は、複数の高熱伝導膜部分31を含む。複数の高熱伝導膜部分31は、各々、第1方向（x方向）が長手方向でありかつ第2方向（y方向）が短手方向である短冊形状を有している。複数の高熱伝導膜部分31は、互いに間隔を空けて、第2方向（y方向）に配列されている。

【0059】

そのため、より多くの励起光17がサンプル5に照射されて、サンプル5の吸収熱が増加する。さらに、高熱伝導膜30として、より高い熱伝導率を有するが、励起光17に対してより低い透過率を有する材料が用いられ得る。プローブ光21の光路にある光学媒質10の部分（温度勾配領域19）の温度の変化がさらに大きくなる。プローブ光21の光路にある光学媒質10の部分（屈折率勾配領域18）の屈折率の変化がさらに大きくなる。光位置検出器25によって検出されるプローブ光21の変位量 δ が大きくなる。生体成分測定装置1cは、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

【0060】

実施の形態4.

図9及び図10を参照して、実施の形態4に係る生体成分測定装置1dを説明する。本実施の形態の生体成分測定装置1dは、実施の形態3の生体成分測定装置1cと同様の構成を備えるが、主に以下の点で異なる。

【0061】

生体成分測定装置1dでは、サンプル載置面（第2面12）の平面視において、高熱伝導膜30は、照射部分17rの全体から第1方向（x方向）に離間している。具体的には、高熱伝導膜30は、複数の高熱伝導膜部分32を含む。複数の高熱伝導膜部分32は、互いに間隔Gを空けて、第1方向（x方向）に配列されている。サンプル載置面（第2面12）の平面視において、照射部分17rは、互いに隣り合う一対の高熱伝導膜部分32の間にある。互いに隣り合う一対の高熱伝導膜部分32は、照射部分17rに対して第1方向（x方向）の両側（具体的には、正の第1方向（+x方向）側と負の第1方向（-x方向）側）に設けられている。互いに隣り合う一対の高熱伝導膜部分32の間隔Gは、照射部分17rの直径D以上である。特定的には、間隔Gは、照射部分17rの直径Dより大きい。複数の高熱伝導膜部分32は、照射部分17rから第1方向（±x方向）に離間している。間隔Gは、照射部分17rの直径Dの2.0倍以下であってもよく、1.5倍以下であってもよい。

【0062】

第1方向（x方向）における複数の高熱伝導膜部分32の各々の第3長さ L_3 は、第2方向（y方向）における複数の高熱伝導膜部分32の各々の第4長さ L_4 （高熱伝導膜30の第2長さ L_2 ）より大きい。複数の高熱伝導膜部分32は、各々、励起光17が照射されたサンプル5から発生する熱を、第2方向（y方向）よりも第1方向（x方向）に拡げる。第1方向（x方向）における複数の高熱伝導膜部分32の各々の第3長さ L_3 は、照射部分17rの直径Dより大きくてもよい。第2方向（y方向）における複数の高熱伝導膜部分32の各々の第4長さ L_4 は、照射部分17rの直径Dより小さくてもよい。

【0063】

サンプル載置面（第2面12）の平面視において、照射部分17rの全体が高熱伝導膜30から離れているため、高熱伝導膜30は、実施の形態1の高熱伝導材料を形成する材料よりも高い熱伝導率を有するが、励起光17に対してより低い透過率を有する材料で形成され得る。高熱伝導膜30は、例えば、金または銅のような金属で形成されている。

【0064】

図11に示されるように、高熱伝導膜30は、励起光17が照射されたサンプル5から発生する熱を、第2方向（y方向）よりも第1方向（x方向）に拡げる。そのため、プローブ光21の光路にある光学媒質10の部分（温度勾配領域19）の温度の変化が大きくなる。プローブ光21の光路にある光学媒質10の部分（屈折率勾配領域18）の屈折率の変化が大きくなる。光位置検出器25によって検出されるプローブ光21の変位量 δ が大きくなる。そのため、生体成分測定装置1dは、向上された精度で生体成分を測定することができる。なお、図11に示される本実施の形態の実施例4では、複数の高熱伝導膜部分32の各々の第3長さ L_3 は $80\mu\text{m}$ であり、第2方向（y方向）における複数の高熱伝導膜部分32の各々の第4長さ L_4 は $20\mu\text{m}$ であり、複数の高熱伝導膜部分32の各々の厚さは $10\mu\text{m}$ であり、間隔Gは $40\mu\text{m}$ である。実施例4では、励起光17の直径Dは $40\mu\text{m}$ であり、プローブ光21の幅は $20\mu\text{m}$ である。

【0065】

本実施の形態の生体成分測定装置1dは、実施の形態3の生体成分測定装置1cの効果に加えて、以下の効果を奏する。

【0066】

本実施の形態の生体成分測定装置1dでは、高熱伝導膜30は、複数の高熱伝導膜部分32を含む。複数の高熱伝導膜部分32は、照射部分17rから第1方向（±x方向）に離間している。

【0067】

本実施の形態の生体成分測定装置1dでは、サンプル載置面（第2面12）の平面視において、高熱伝導膜30は、照射部分17rの全体から第1方向（x方向）に離間している。

【0068】

そのため、照射部分17rに入射する全ての励起光17がサンプル5に照射されて、サンプル5の吸収熱が増加する。さらに、高熱伝導膜30として、より高い熱伝導率を有するが、励起光17に対してより低い透過率を有する材料が用いられ得る。プローブ光21の光路にある光学媒質10の部分（温度勾配領域19）の温度の変化がさらに大きくなる。プローブ光21の光路にある光学媒質10の部分（屈折率勾配領域18）の屈折率の変化がさらに大きくなる。光位置検出器25によって検出されるプローブ光21の変位量 δ が大きくなる。生体成分測定装置1dは、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

【0069】

本実施の形態の生体成分測定装置1dでは、高熱伝導膜30は、金属で形成されている。そのため、高熱伝導膜30の熱伝導率をより高くすることができる。プローブ光21の光路にある光学媒質10の部分（温度勾配領域19）の温度の変化がさらに大きくなる。プローブ光21の光路にある光学媒質10の部分（屈折率勾配領域18）の屈折率の変化

がさらに大きくなる。光位置検出器 25 によって検出されるプローブ光 21 の変位量 δ が大きくなる。生体成分測定装置 1d は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

【0070】

実施の形態 5.

図 12 及び図 13 を参照して、実施の形態 5 に係る生体成分測定装置 1e を説明する。本実施の形態の生体成分測定装置 1e は、実施の形態 1 の生体成分測定装置 1 と同様の構成を備えるが、主に以下の点で異なる。

【0071】

生体成分測定装置 1e では、サンプル載置面（第 2 面 12）の平面視で、高熱伝導膜 30 は、第 1 方向（x 方向）において、照射部分 17r に対して非対称に配置されている。サンプル載置面（第 2 面 12）の平面視において、高熱伝導膜 30 は、照射部分 17r の全体から第 1 方向（x 方向）に離間している。高熱伝導膜 30 は、照射部分 17r に対して、第 1 方向（x 方向）の一方側（例えば、負の第 1 方向（-x 方向）側）にのみ設けられている。

【0072】

第 1 方向（x 方向）における高熱伝導膜 30 の第 1 長さ L_1 は、第 2 方向（y 方向）における高熱伝導膜 30 の第 2 長さ L_2 以上であってもよい。特定的には、第 1 長さ L_1 は、第 2 長さ L_2 より大きくてもよい。第 1 長さ L_1 は、照射部分 17r の直径 D より小さくてもよいし、照射部分 17r の直径 D 以下であってもよい。第 1 長さ L_1 は、照射部分 17r の直径 D より大きくてもよい。高熱伝導膜 30 は、実施の形態 4 と同様に、金または銅のような金属で形成されている。

【0073】

図 14 に示されるように、高熱伝導膜 30 は、励起光 17 が照射されたサンプル 5 から発生する熱を、第 2 方向（y 方向）よりも第 1 方向（x 方向）に拡げる。そのため、プローブ光 21 の光路にある光学媒質 10 の部分（温度勾配領域 19）の温度の変化が大きくなる。プローブ光 21 の光路にある光学媒質 10 の部分（屈折率勾配領域 18）の屈折率の変化が大きくなる。光位置検出器 25 によって検出されるプローブ光 21 の変位量 δ が大きくなる。そのため、生体成分測定装置 1e は、向上された精度で生体成分を測定することができる。なお、図 14 に示される本実施の形態の実施例 5 では、高熱伝導膜 30 の第 1 長さ L_1 は $20\ \mu\text{m}$ であり、高熱伝導膜 30 の第 2 長さ L_2 は $20\ \mu\text{m}$ であり、高熱伝導膜 30 の厚さは $10\ \mu\text{m}$ であり、高熱伝導膜 30 と照射部分 17r との間の間隔は $10\ \mu\text{m}$ である。実施例 5 では、励起光 17 の直径 D は $40\ \mu\text{m}$ であり、プローブ光 21 の幅は $20\ \mu\text{m}$ である。

【0074】

図 15 を参照して、本実施の形態の変形例の生体成分測定装置 1f を説明する。生体成分測定装置 1f では、サンプル載置面（第 2 面 12）の平面視において、高熱伝導膜 30 は、照射部分 17r の一部に重なっている。

【0075】

本実施の形態の生体成分測定装置 1e、1f は、実施の形態 1 の生体成分測定装置 1 と同様の以下の効果を奏する。

【0076】

本実施の形態の生体成分測定装置 1e、1f では、サンプル載置面（第 2 面 12）の平面視で、高熱伝導膜 30 は、第 1 方向において、照射部分 17r に対して非対称に配置されている。そのため、プローブ光 21 の光路にある光学媒質 10 の部分（温度勾配領域 19）の温度の変化が大きくなる。プローブ光 21 の光路にある光学媒質 10 の部分（屈折率勾配領域 18）の屈折率の変化が大きくなる。光位置検出器 25 によって検出されるプローブ光 21 の変位量 δ が大きくなる。生体成分測定装置 1e、1f は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

【0077】

10

20

30

40

50

本実施の形態の生体成分測定装置 1 e では、サンプル載置面（第 2 面 1 2）の平面視において、高熱伝導膜 3 0 は、照射部分 1 7 r の全体から第 1 方向（x 方向）に離間している。そのため、照射部分 1 7 r に入射する全ての励起光 1 7 がサンプル 5 に照射されて、サンプル 5 の吸収熱が増加する。さらに、高熱伝導膜 3 0 として、より高い熱伝導率を有するが、励起光 1 7 に対してより低い透過率を有する材料が用いられ得る。プローブ光 2 1 の光路にある光学媒質 1 0 の部分（温度勾配領域 1 9）の温度の変化がさらに大きくなる。プローブ光 2 1 の光路にある光学媒質 1 0 の部分（屈折率勾配領域 1 8）の屈折率の変化がさらに大きくなる。光位置検出器 2 5 によって検出されるプローブ光 2 1 の変位量 δ が大きくなる。生体成分測定装置 1 e は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

10

【0078】

本実施の形態の生体成分測定装置 1 e, 1 f では、高熱伝導膜 3 0 は、金属で形成されている。そのため、高熱伝導膜 3 0 の熱伝導率をより高くすることができる。プローブ光 2 1 の光路にある光学媒質 1 0 の部分（温度勾配領域 1 9）の温度の変化がさらに大きくなる。プローブ光 2 1 の光路にある光学媒質 1 0 の部分（屈折率勾配領域 1 8）の屈折率の変化がさらに大きくなる。光位置検出器 2 5 によって検出されるプローブ光 2 1 の変位量 δ が大きくなる。生体成分測定装置 1 e, 1 f は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

【0079】

実施の形態 6.

20

図 1 6 を参照して、実施の形態 6 に係る生体成分測定装置 1 g を説明する。本実施の形態の生体成分測定装置 1 g は、実施の形態 1 の生体成分測定装置 1 と同様の構成を備えるが、主に以下の点で異なる。

【0080】

生体成分測定装置 1 g は、光学媒質 1 0 から遠位している高熱伝導膜 3 0 の表面に設けられている反射防止膜 3 5 をさらに備える。反射防止膜 3 5 は、サンプル 5 と高熱伝導膜 3 0 との間の界面で発生する励起光 1 7 の反射を低減させる。反射防止膜 3 5 は、セレン化亜鉛（ZnSe）、硫化亜鉛（ZnS）、フッ化カルシウム（CaF₂）、フッ化マグネシウム（MgF₂）、臭化カリウム（KBr）もしくは塩化ナトリウム（NaCl）またはこれらの組み合わせで形成されている。

30

【0081】

本実施の形態の生体成分測定装置 1 g は、実施の形態 1 の生体成分測定装置 1 の効果に加えて、以下の効果を奏する。

【0082】

本実施の形態の生体成分測定装置 1 g は、光学媒質 1 0 から遠位している高熱伝導膜 3 0 の表面に設けられている反射防止膜 3 5 をさらに備える。そのため、より多くの励起光 1 7 がサンプル 5 に照射されて、サンプル 5 の吸収熱が増加する。プローブ光 2 1 の光路にある光学媒質 1 0 の部分（温度勾配領域 1 9）の温度の変化がさらに大きくなる。プローブ光 2 1 の光路にある光学媒質 1 0 の部分（屈折率勾配領域 1 8）の屈折率の変化がさらに大きくなる。光位置検出器 2 5 によって検出されるプローブ光 2 1 の変位量 δ が大きくなる。生体成分測定装置 1 g は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

40

【0083】

実施の形態 7.

図 1 7 を参照して、実施の形態 7 に係る生体成分測定装置 1 h を説明する。本実施の形態の生体成分測定装置 1 h は、実施の形態 1 の生体成分測定装置 1 と同様の構成を備え、同様の効果を奏するが、主に以下の点で異なる。

【0084】

生体成分測定装置 1 h では、第 3 面 1 3 は、プローブ光 2 1 の入射方向に対して傾いている。第 4 面 1 4 は、プローブ光 2 1 の出射方向に対して傾いている。光学媒質 1 0 への

50

プローブ光 21 の出射方向は、光学媒質 10 へのプローブ光 21 の入射方向に平行であってもよい。光学媒質 10 は、例えば、内部全反射プリズム（TIRプリズム）である。

【0085】

プローブ光 21 は、光学媒質 10 の第 3 面 13 から光学媒質 10 に入射する。プローブ光 21 は、第 3 面 13 で屈折されて、光学媒質 10（第 2 面 12）とサンプル 5 との間の界面に向けて、光学媒質 10 中を進む。サンプル載置面（第 2 面 12）の平面視において、光学媒質 10 中におけるプローブ光 21 の光路は、サンプル載置面（第 2 面 12）のうち励起光 17 によって照射される部分と重なっている。プローブ光 21 は、光学媒質 10（第 2 面 12）と高熱伝導膜 30 との間の界面で内部全反射される。プローブ光 21 が光学媒質 10 中を進む間、プローブ光 21 は、サンプル 5 の吸収熱により光学媒質 10 内に生じた屈折率勾配領域 18 中を進む。プローブ光 21 は、屈折率勾配領域 18 で屈折されて、プローブ光 21 の進行方向が変わる。プローブ光 21（第 1 出射プローブ光 21 a、第 2 出射プローブ光 21 b）は、光学媒質 10 の第 4 面 14 から出射される。

10

【0086】

今回開示された実施の形態 1-7 及びそれらの変形例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。矛盾のない限り、今回開示された実施の形態 1-7 及びそれらの変形例の少なくとも 2 つを組み合わせてもよい。本開示の範囲は、上記した説明ではなく請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることを意図される。

【符号の説明】

20

【0087】

1, 1 a, 1 b, 1 c, 1 d, 1 e, 1 f, 1 g, 1 h 生体成分測定装置、5 サンプル、6 表面、10 光学媒質、11 第 1 面、12 第 2 面、13 第 3 面、14 第 4 面、16 励起光源、17 励起光、17 r 照射部分、18 屈折率勾配領域、19 温度勾配領域、20 プローブ光源、21 プローブ光、21 a 第 1 出射プローブ光、21 b 第 2 出射プローブ光、22 a 第 1 位置、22 b 第 2 位置、25 光位置検出器、27 変位量算出部、28 生体成分測定部、30 高熱伝導膜、31, 32 高熱伝導膜部分、33 開口部、35 反射防止膜。

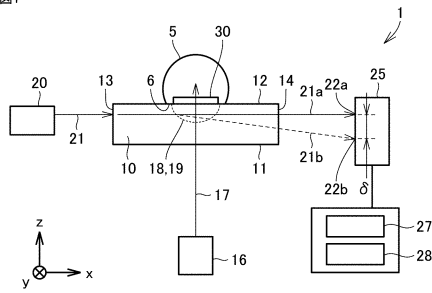
【要約】

生体成分測定装置（1）は、光学媒質（10）と、高熱伝導膜（30）と、励起光源（16）と、プローブ光源（20）と、光位置検出器（25）とを備える。高熱伝導膜（30）は、光学媒質（10）よりも高い熱伝導率を有しており、かつ、光学媒質（10）のサンプル載置面（第 2 面（12））上に設けられている。高熱伝導膜（30）は、励起光（17）が照射されたサンプル（5）から発生する熱を、第 2 方向（y 方向）よりも第 1 方向（x 方向）に拡げる。第 1 方向は、サンプル載置面の平面視においてプローブ光（21）の進行方向である。第 2 方向は、サンプル載置面の平面視において第 1 方向に垂直な方向である。

30

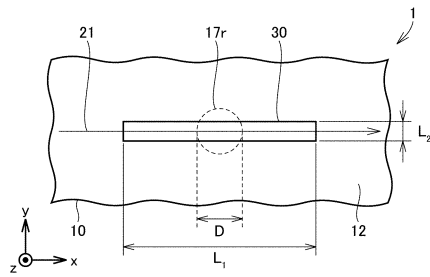
【図 1】

図1



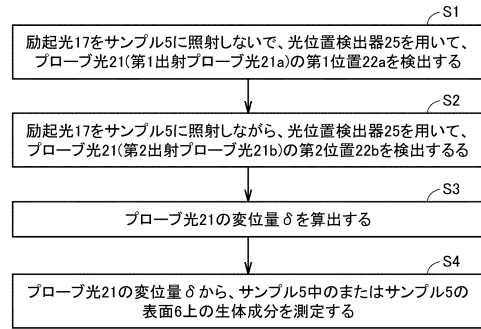
【図 2】

図2



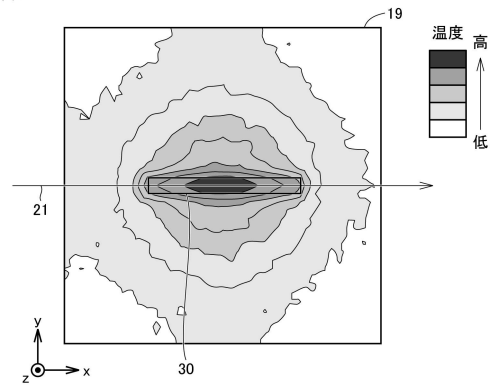
【図 3】

図3



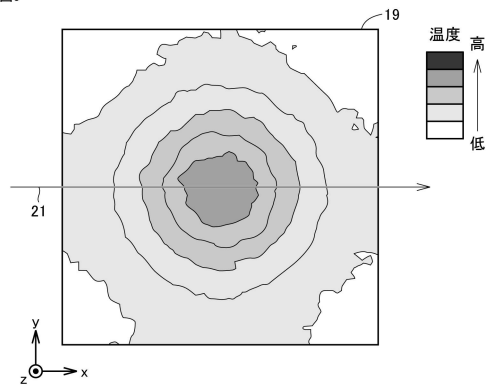
【図 4】

図4



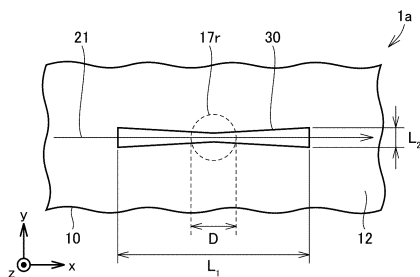
【図 5】

図5



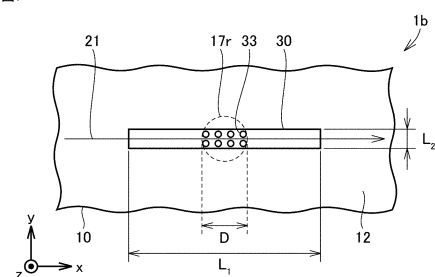
【図 6】

図6



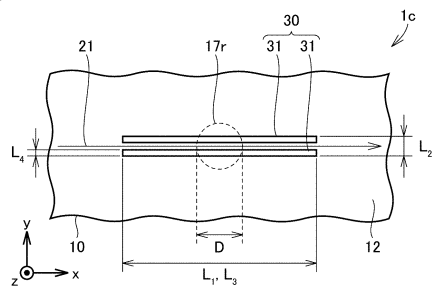
【図 7】

図7



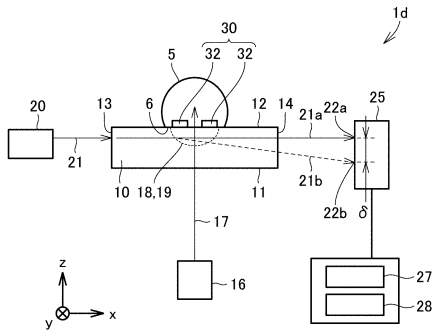
【図 8】

図8



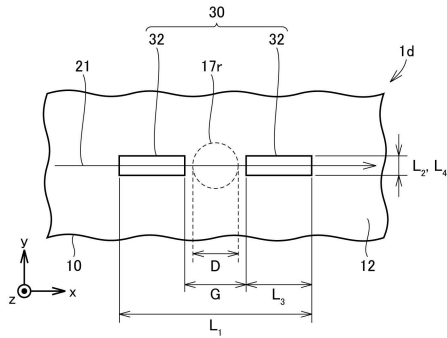
【図 9】

図9



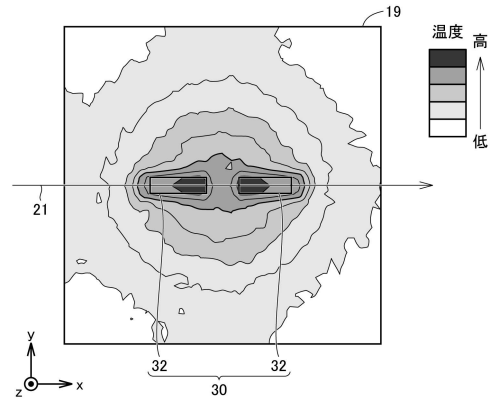
【図 10】

図10



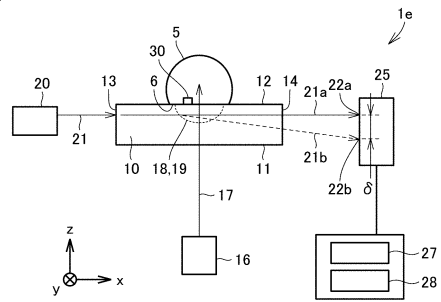
【図 11】

図11



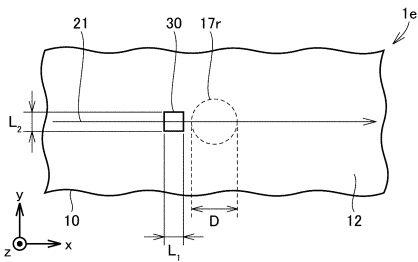
【図 12】

図12



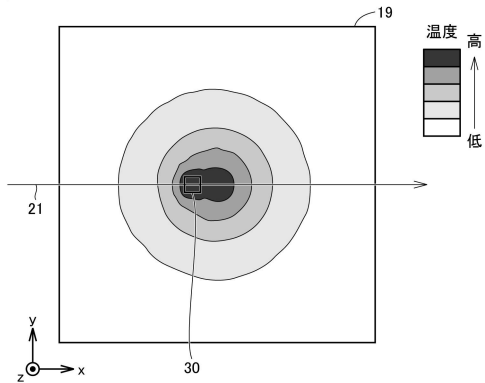
【図 13】

図13



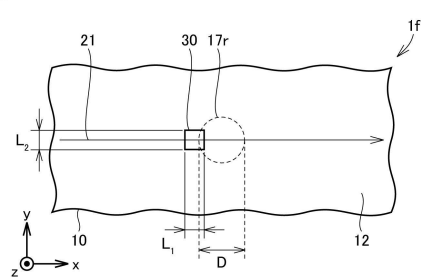
【図 14】

図14



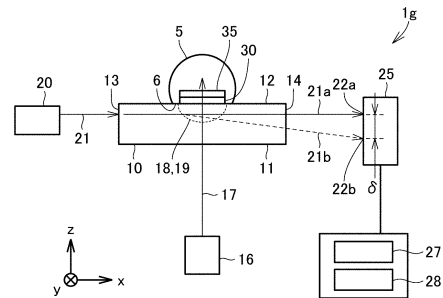
【図 15】

図15



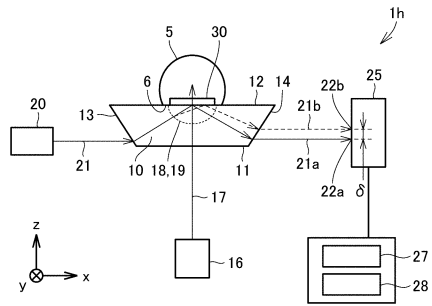
【図 16】

図16



【図 17】

図17



フロントページの続き

審査官 伊藤 裕美

- (56)参考文献 特表2019-507319 (JP, A)
特表2017-519214 (JP, A)
国際公開第2018/123169 (WO, A1)
国際公開第2019/150543 (WO, A1)
特開平6-308095 (JP, A)
特開昭62-39731 (JP, A)
特開昭61-137047 (JP, A)
特開2009-158926 (JP, A)
米国特許出願公開第2010/0157316 (US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N 21/00 - 21/61
A61B 5/145 - 5/1455
G01N 25/00